

PAT-NO: JP409281077A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09281077 A  
TITLE: CAPILLARY ELECTROPHORETIC APPARATUS  
PUBN-DATE: October 31, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YOSHIDA, MOTOKO  
OKUYAMA, NORIO  
ITO, YOSHITOSHI  
TAKADA, YASUAKI  
OKUMURA, AKIHIKO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08093827

APPL-DATE: April 16, 1996

INT-CL (IPC): G01N027/447, B01D057/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve the enhancement of capacity and miniaturization while expanding the applied field by adding either one of an electroosmotic flow pump and a flow rate regulating means controlling the flow of the liquid within a separation quartz capillary.

SOLUTION: A liquid sending pump consists of a capillary

element 10, a liquid  
tank 6 and the electrodes 11, 12 provided before and behind  
the capillary  
element 10 and the liquid sending amt. and flow velocity of  
the pump are  
optimized by selecting the kind, shape, size and applied  
voltage of the  
capillary element 10 and the kind, concn., pH and additive  
of a soln. The  
application of voltage to the pump becomes reverse to  
separation  
**electrophoresis**, that is, becomes a cathode 11 and an anode  
12 but a separation  
cathode 9 and the pump cathode 11 are used in common to  
make it possible to  
form even a three- pole structure. The preparatory data  
from the auxiliary  
detector 20 provided to a separation capillary migration  
part other than  
detector 4 is fed back to an electrophoretic condition  
controller 21 to be used  
in the control of separation or pump applied voltage.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-281077

(43) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 N 27/447

G 0 1 N 27/26

3 3 1 E

B 0 1 D 57/02

B 0 1 D 57/02

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-93827

(22) 出願日 平成8年(1996)4月16日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 吉田 基子

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 奥山 典生

神奈川県横浜市緑区桜台39-1533

(72) 発明者 伊藤 嘉敏

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

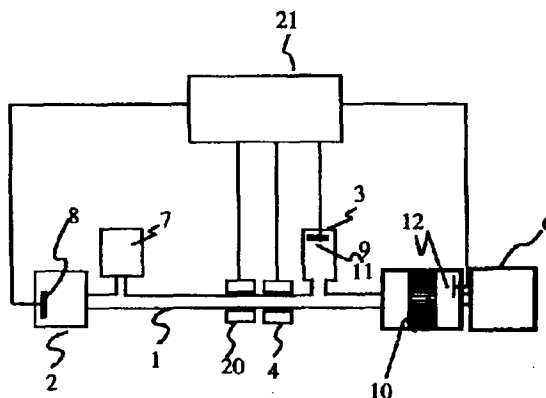
(54) 【発明の名称】 キャピラリー電気泳動装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 生体物質、薬品、食品、環境物質など広範に亘る分析対象の微量分離分析に用いられ、汎用性の高いキャピラリー電気泳動装置の性能向上と小型化を具体化し、応用分野の拡大をはかることを目的とする。

【解決手段】 無脈流あるいは低脈流で且つ低流量のポンプとして、電気浸透流ポンプ、電磁流ポンプ、圧電素子ポンプ、静電形マイクロポンプなどを用いる。また、電気泳動の出口側に流量調節体を結合して実効的な泳動距離の延長をはかる。電気泳動系内で発生するガスが、泳動路遮断あるいは液流の乱れに影響をおよぼすことを考慮して、カソードに水素吸蔵体あるいは系外に水素ガスを排出して消費する補助電解セル17を設定した構造とする。

図 3



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電気泳動分離用石英キャピラリーと、試料供給手段と、分離された試料成分を検出する少なくとも1個の検出手段と、電気泳動を発生させる電圧供給手段、とからなる電気泳動装置であって、該分離用石英キャピラリー内の液体の流れを制御する電気浸透流ポンプ又は流量調節手段のいずれか一方を付加したことを特徴とするキャピラリー電気泳動装置。

【請求項2】電気浸透流ポンプが電気泳動分離用石英キャピラリーの泳動末端、又は試料注入側のどちらか一方に取り付けられたことを特徴とする請求項1のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項3】前記電気浸透流ポンプは、溶液を含むキャピラリー体が電場で生ずる電気浸透流を利用したポンプであるが、前記キャピラリー体は少なくとも1本から成ることを特徴とする請求項1のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項4】前記電気浸透流ポンプは、溶液を含むキャピラリー体が電場で生ずる電気浸透流を利用したポンプであるが、前記キャピラリー体は多孔質体から成ることを特徴とする請求項1のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項5】前記流量調節手段に圧電素子を利用して流路を調節する弁を備えたことを特徴とする請求項1のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項6】前記流量調節手段にオリフィス又はキャピラリー体を単独で又は多チャンネル化して用いることを特徴とする請求項1のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項7】前記流量調節手段に多孔性フィルターを単独で又は多チャンネル化して用いることを特徴とする請求項1のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項8】電気泳動分離用石英キャピラリーと、試料供給手段と、分離された試料成分を検出する少なくとも1個の検出手段と、電気泳動を発生させる電圧供給手段、とからなる電気泳動装置であって、該分離用石英キャピラリー内の液体の流れを制御する電磁流ポンプを付加したことを特徴とするキャピラリー電気泳動装置。

【請求項9】前記電磁流ポンプが前記電気泳動分離用石英キャピラリーの泳動末端、又は試料注入側のどちらか一方に取り付けられたことを特徴とする請求項8のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項10】電気泳動分離用石英キャピラリーと、試料供給手段と、分離された試料成分を検出する少なくとも1個の検出手段と、電気泳動を発生させる電圧供給手段、とからなる電気泳動装置であって、該分離用石英キャピラリー内の液体の流れを制御する、圧電素子をアクチュエーターに利用したポンプを付加したことを特徴とするキャピラリー電気泳動装置。

【請求項11】前記圧電素子をアクチュエーターとして利用したポンプが前記電気泳動分離用石英キャピラリーの泳動末端、又は試料注入側のいずれか一方に取り付け

られたことを特徴とする請求項10のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項12】電気泳動分離用石英キャピラリーと、試料供給手段と、分離された試料成分を検出する少なくとも1個の検出手段と、電気泳動を発生させる電圧供給手段、とからなる電気泳動装置であって、該分離用石英キャピラリー内の液体の流れを制御する静電形マイクロポンプを付加したことを特徴とするキャピラリー電気泳動装置。

10 【請求項13】前記静電形マイクロポンプが前記電気泳動分離用石英キャピラリーの泳動末端、又は試料注入側のいずれか一方に取り付けられたことを特徴とする請求項12のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項14】電気泳動分離用キャピラリーと、試料供給手段と、分離された試料成分を検出する少なくとも1個の検出手段と、電気泳動を発生させる電圧供給手段、とからなる電気泳動装置であって、該分離用石英キャピラリー内の液体の流れを制御するポンプを付加した電気泳動分離用キャピラリーを結合したことを特徴とする質量分析装置。

20 【請求項15】前記電気浸透流ポンプは、溶液を含むキャピラリー体が電場で生ずる電気浸透流を利用したポンプであるが、前記キャピラリー体は少なくとも1本から成ることを特徴とする請求項14の質量分析装置。

【請求項16】前記キャピラリー体が多孔質体から成ることを特徴とする請求項14の質量分析装置。

【請求項17】電気泳動分離用キャピラリーと、試料供給手段と、分離された試料成分を検出する少なくとも1個の検出手段と、電気泳動を発生させる電圧供給手段、とからなる電気泳動装置に前記分離用キャピラリー内の液体の流れを制御するポンプ、又は流量調節手段のいずれか一方を付加したキャピラリー電気泳動装置であって、カソードで発生する水素ガスを吸蔵あるいは消費するカソード部を備えたことを特徴とするキャピラリー電気泳動装置。

【請求項18】前記キャピラリー内の液体の流れを制御するポンプが電気浸透流ポンプである請求項17のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項19】前記キャピラリー内の液体の流れを制御するポンプが電磁流ポンプである請求項17のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項20】前記流量調節手段が圧電素子を利用して流路を調節する弁である請求項17のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項21】前記流量調節手段がオリフィスカ、又はキャピラリーのいずれか一方である請求項17のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項22】前記流量調節手段が多孔性フィルターである請求項17のキャピラリー電気泳動装置。

50 【請求項23】前記カソード部に内蔵される前記カソー

ドが、パラジウム、チタン、ニッケル、白金などの金属単体、あるいはAB<sub>5</sub>型、AB<sub>2</sub>型(A:希土類、チタン、ジルコニウム、マグネシウム、カルシウム等、B:鉄、コバルト、ニッケル、マンガン等)に代表される水素吸蔵体からなる請求項17のキャピラリー電気泳動装置。

【請求項24】電気泳動分離用キャピラリーと、試料供給手段と、分離された試料成分を検出する少なくとも1個の検出手段と、電気泳動を発生させる電圧供給手段、とから成る電気泳動装置であって、ニッケル、パラジウム、白金などの水素透過性材料を、カソード兼隔離板として用い、この隔離板に接して泳動部とは独立して設けた電解セル内の対極で、前記カソードで発生して透過してくる水素を消費する手段を備えたキャピラリー電気泳動装置。

【請求項25】前記セル内であって、前記対極が、前記隔離板を透過してくる水素を消費する電位に設定されている請求項24のキャピラリー電気泳動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は生体中の蛋白質、ペプチド、アミノ酸、神経伝達物質、ホルモン、核酸、食品、薬品、環境物質等広範に亘る物質の微量分離分析に用いられるキャピラリー電気泳動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】キャピラリー電気泳動法は、電解液を充填したキャピラリーに試料注入後キャピラリー両端に電圧を印加し、電場における試料粒子の易動度の差に基づいて分離する方法である。易動度は、粒子がもつ荷電量和電場の大きさに由来する駆動力と、粒子の移動に伴い泳動媒体との間に生ずる摩擦力、の相互作用でさまり、粒子の電場における動きを電気泳動と言い、泳動粒子はキャピラリー末端にある検出器で検出される。印加電圧にはキャピラリー内に発生するジュール熱に基づく限界、および電源装置の限界約30kVがある。キャピラリー電気泳動法における分離効率および分解能は、後述の様に泳動距離および電界強度に依存するが、装置のコンパクト性、取扱い易さ、および電源電圧限界などから使用出来るキャピラリーの長さには制約がある。分離用電気泳動の流れに、向流の送液をおこなうシリンジ\* 40

数1

$$\sigma^2 = 2 \cdot D \cdot t$$

(D:拡散係数、 $\sigma$ :空間分散)

【0006】 $\sigma^2/L$ で定義される理論段高さHは

※【数2】

【0007】

※

数2

$$H = 2 \cdot D \cdot t / L = 2 \cdot D / v$$

(v:泳動速度、L:泳動距離)

【0008】となる。この式は  $v = \mu \cdot E$  の関係から

★【数3】

【0009】

★50

\*ポンプを組み合わせることによって、実効的な電気泳動距離を長くする試みは、テフロン細管(内径0.5mm程度)を用いた電気泳動の例があり、文献 分析化学 29, 11, pp728, 1972に、またフロートで向流をおこなうイソタコフォレーシス(等速電気泳動)が特開昭47-162に開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

(1)現在一般に使用されている市販の石英キャピラリー電気泳動装置には、後述の電気浸透流の影響で、分離成分はテフロン細管を用いた場合の数倍の速さで移動して検出器に到達する。これには、分析時間を短縮する利点がある反面、十分な分離や分解能が得られず、したがって、多成分混合試料、特に易動度の差の小さい成分の分離が難しいというあらたな問題がある。石英キャピラリー電気泳動の場合も、電界強度の兼ね合いで使用できるキャピラリーの長さには制約があるため、分離、分解性能を向上させるためには実効的な泳動距離をのばす手段が必要とされる。

20 (2)石英キャピラリー電気泳動装置をポンプなど他のシステムと結合する場合には、キャピラリーサイズ(内径10乃至100 $\mu$ m, 外径50乃至400 $\mu$ m)が小さいことに付随して低流量制御が可能で、且つ、分離能を損なうことのないポンプ性能が要求される。上記シリンジポンプには始動時および停止時に流体に不均一な力が発生し、ポンプ流に乱れを生じ、また連続作動には複数のシリンジを交互に動かすため、始動時および停止時の影響は大きいという問題点がある。

30 (3)キャピラリー電気泳動装置をポンプなど他のシステムと結合する場合、密閉して用いるカソード部で発生するガスが泳動流路遮断あるいは泳動の流れを乱す原因になることがある。

【0004】

【課題を解決するための手段】キャピラリー(ゾーン)電気泳動法の性能は以下の式で説明されるように、分離効率は印加する電解強度と泳動距離に比例し、分解能は電解強度の1/2乗、と泳動距離の1/2乗に比例する。キャピラリー電気泳動中のバンド幅の拡散は

【0005】

【数1】

## 数3

$$R=2 \cdot D / \mu \cdot E$$

(μ: 易動度, E: 電界強度)

【0010】となり、分離効率を示す理論段数Nは

【0011】

【数4】

## 数4

$$N=L/R=L \cdot \mu \cdot E / 2 \cdot D$$

【0012】すなわち、泳動距離L および電界強度E に比例する。他方、易動度の異なる二つの成分の分解能R

【0013】

【数5】

## 数5

$$R=2(t_2-t_1)/(w_1+w_2) \quad (t_2>t_1)$$

【0014】 $t_1$ :成分1の泳動時間、 $t_2$ :成分2の泳動時間、 $w_1$ :成分1のピーク幅、 $w_2$ :成分2のピーク幅として計算され、

【0015】

【数6】

## 数6

$$R=0.177(\mu_1-\mu_2)[E \cdot L/D(\mu_1+\mu_2)]^{1/2}$$

【0016】となり、分解能も泳動距離Lと電界強度Eに依存する(参考;"Capillary Electrophoresis", R. Kuhn, S.H. Kuhn, Springer Verlag, pp32乃至34, 1993)。限られたキャピラリー長で実効的な電気泳動距離を長くするためには、大きく分けて二つの方法が考えられる。一つにはポンプ結合により見掛けの泳動速度を遅くするもので、泳動末端すなわち検出器側に結合したポンプから向流の送液をおこなうか、または泳動先端すなわち試料注入側に結合したポンプでキャピラリー内の液を排出して、分離成分が検出器に到達するまでの時間をかせぐ。他の一つは、泳動末端に流量調節用の手段を結合して上記同様実効的な泳動距離をのばす。以下、(1)から(4)はポンプ、(5)、(6)は流量調節手段、(7)、(8)は電極で発生するガスの処理法に関するものである。

【0017】(1) 無脈流且つ微少流量の送液ポンプとして電気浸透流ポンプを用いる。

【0018】(2) 無脈流あるいは低脈流の微少流量の送液ポンプとして電磁流ポンプ、たとえば回転磁場を発生させるコイル中に、溶液を充填した細管を配置して、極性を持つ液体の送りだしをおこなうポンプを用いる。

【0019】(3) 低脈流で微少流量の送液ポンプとして平板形および円筒形圧電素子をアクチュエータに利用したポンプを用いる。いずれも電気制御による息つき運動によりノズルから液を噴出させる。素子に印加する電圧及び周波数によって流量と脈動率の制御ができる。

平板形素子は積層化によるコンパクトな多チャンネル\* 50

\* 化が容易であり、円筒形素子は形状、サイズ共キャピラリーと近い特徴がある。

【0020】(4) 更に集積化キャピラリー電気泳動法には電気浸透流ポンプの他、静電形マイクロポンプを使用することも考えられる。

【0021】(5) 泳動末端に結合する流量調節手段に、電氣的制御が可能な圧電素子を利用した流路調節弁を用いる。

【0022】(6) 泳動末端に結合する流量調節部手段に、オリフィス、キャピラリー、フィルター類の中からサイズ、長さ、厚さ等泳動条件に適合するものを選択して用いる、または多チャンネル切り替え方式で流量調節条件を選択する。

【0023】(7) カソードで発生するガスの処理法の一つは電極材料に水素吸蔵体を用いる。例えば、パラジウム、チタンなどの金属単体、あるいはAB<sub>5</sub>型、AB<sub>2</sub>型(A: 希土類、チタン、ジルコニウム、マグネシウム、カルシウム等、B: 鉄、コバルト、ニッケル、マンガン等)に代表される水素吸蔵合金を用いて、水素金属間化合物、あるいは固溶体とする。

【0024】(8) 他方発生水素ガス消費法としてニッケル、パラジウムのような水素透過性のある材料をカソード兼隔離板として用い、カソードで発生する水素をこの隔離板に接して設けた補助電解セルに導入して消費する方法がある。電気泳動部に面したカソードで発生した水素ガスは、隔離板の中を透過して補助電解セル側に達し、この面でイオン化して補助電解セル内の対極に移動して消費される。この補助電解セルの電位はイオン化反応が起こる様調整しておく。

【0025】

【発明の実施の形態】図1に本発明に基づくキャピラリー電気泳動装置の基本構成を示す。分離用キャピラリー電気泳動部A、ポンプ部B、分離用キャピラリー電気泳動用カソード部Cで構成されている。電解液(緩衝液)を満たした分離用石英キャピラリー管1の両端はそれぞれ電極室2および3と液絡をはかり、一端から試料溶液を導入したのち、キャピラリー両端に高電圧を印加して電気泳動をおこなう。試料中の各成分は、電場における易動度の差に基づいて分離される。この電気泳動分離成分は、電圧印加時キャピラリー管内に生ずる電気浸透流の影響をうけて、通常カソード9に向かって移動し、検出器4で検出される。この分離用キャピラリー電気泳動部に結合したポンプ部Bでは、分離バンドを乱さぬ無脈流あるいは低脈流のポンプ5が液槽6から緩衝液を汲みだして、上記分離バンドが移動する流れに対して向流の送液をおこない、実効泳動距離をのばす。

石英キャピラリー電気泳動および実施例で示す電気浸透

流は以下の様に説明される。石英キャピラリーは、溶液と接すると石英表面のシラノール基が解離して-の電荷を持ち、これに溶液中の+イオンが引き寄せられ電気二重層(ζ電位)を形成する。電場に置くと、この可動の+イオンがカソードに向かって動き、このような界面の動きに伴いキャピラリー内の溶液内部も粘性で動く。電気浸透流速速度(Veo)に影響をおよぼすパラメータは、

【0026】

【数7】

数7

$$V_{eo} = \mu_{eo} \cdot E = \zeta \cdot \epsilon \cdot E / 4 \pi \eta$$

【0027】で表わされるように、電界強度(E)、ゼータ電位(ζ)、溶液の誘電率(ε)、粘度(η)のほかゼータ電位に影響をおよぼす溶液のpHやイオン強度、さらに温度、キャピラリー体の形状、内表面の状態、溶液への添加物などがある。(参考;"Capillary Electrophoresis", R.Kuhn, S.H.Kuhn, Springer Verlag, pp22乃至29, 1993)。電気浸透流ポンプは上記条件

を選択して構成し、分離用キャピラリー電気泳動装置との結合をはかる。ポンプ流速は、印加電圧に依存するため、電氣的制御が可能である。流体速度のプロファイルは通常の圧力ポンプの場合が放物線状であるのに比し均一な平面をもっている。また、電気浸透流ポンプに用いるキャピラリーは、1本、複数本のキャピラリーの集合体または多孔質体でもよい。

【0028】(第1の実施例)図2に本発明の一実施例に基づく電気浸透流ポンプの断面図、図3にこれを結合したキャピラリー電気泳動装置の構成図を示す。送液ポンプは、キャピラリー体10、液槽6およびキャピラリー体前後に設けた電極11、12からなり、ポンプの送液量、流速はキャピラリー体の種類(1本のキャピラリー、複数のキャピラリーおよび多孔体)、形状、サイズ、印加電圧、溶液の種類、濃度、pH、添加物等を選択して最適化する。ポンプ部の電圧印加は、分離用電気泳動と逆向き、すなわちカソード11およびアノード12になるが、図3のように分離用カソード9およびポンプ用カソード11は共用にして三極構造にもできる。カソード液槽は電極近辺の液組成変化などが問題になる場合必要に応じた容量にすることができる。分離用キャピラリー泳動部に検出器4の他に設けた補助検出器20からの予備情報は、電気泳動条件コントローラ21にフィードバックされ、分離用印加電圧あるいはポンプ用印加電圧を制御に用いられる。図4にPTH-アミノ酸混合試料分離への効果を示す。トリス-グリシン、50mM-SDS緩衝液を満した内径50μm、長さ30cmの石英キャピラリー、電界強度0.38kV/cmの泳動条件で得られたエレクトロフェログラム上のピーク5は易動度の近いPTH-トリプトファンとPTH-フェニルアラニンの混合ピークであ

るが、内径50μm、長さ20cm、電界強度0.20kV/cmのキャピラリーを用いた電気浸透流ポンプの作動によりピーク6(PTH-トリプトファン)、ピーク7(PTH-フェニルアラニン)への分離がみられる。図5に本発明を用いて生体試料を直接採取、オンラインで分析する例を示す。

マイクロダイアリシスのような微小のプローブ27、あるいは極細のキャピラリーを生体の細胞間あるいは血管内に挿入して、コントローラ-28を介して採取した試料をフラクションコレクター-29に分取、随時これをオンラインで本発明のキャピラリー電気泳動システムで分離分析する。

【0029】(第2の実施例)図6に本発明の第2の実施例に基づくキャピラリー電気泳動装置における電磁流ポンプの構成図を示す。3相電流を流して3個のコイル13の中に回転磁場を発生させ中心部に配置したプラスチック細管内の液体を動かし、分離用キャピラリー電気泳動部に結合して用いる。

(第3の実施例)図7に本発明の第2の実施例に基づくキャピラリー電気泳動装置における圧電素子ポンプの断面図を示す。平板形圧電素子15をアクチュエータとして用いた本ポンプは、溶液と接する素子表面の凸型シリコンゴムにテフロンコーティングを施こしてあり、印加する電圧、周波数により流速、脈流を制御する。

(第4の実施例)図8に本発明の第4の実施例に基づくキャピラリー電気泳動装置におけるカソード部Cの構成図を示す。カソードで発生するガスをカソード液槽の外に導く事を目的としたもので、例えばニッケルのような水素透過性の材料を分離用電気泳動のカソード兼隔離板18として用いて、これに接して補助電解セル17を設ける。分離用電気泳動部のカソードで発生する水素は隔離板を透過したのち、補助電解セル側でイオン化して消費されるよう、対極19はニッケル極より低い電位に調整しておく。

【0030】(第5の実施例)図9に本発明の第5の実施例に基づくキャピラリー電気泳動部と質量分析計の複合化システムを示す。実効的な泳動距離を制御するポンプは泳動部先端にキャピラリー内の溶液(緩衝液)を排出する向きに結合してある。電気泳動分離用のキャピラリーの末端はインターフェイスDの金属パイプに装填され、泳動してきた分離成分は噴霧補助溶液23と共に噴霧、イオン化されて質量分析部26に導入され、イオン検出、データ処理がおこなわれる。このシステムでは泳動分離された成分のオンラインでの同定が可能になる。

【0031】(第6の実施例)図10に本発明の第6の実施例に基づく流量調節弁を泳動末端に結合したキャピラリー電気泳動システムの装置構成を示す。連続的な流量調節が可能な流量調節弁30は、目的に合わせて泳動の出口で流れを絞り、実効的な泳動距離を制御する。

【0032】

## 【発明の効果】

(1) 前述のいずれのポンプも電気制御ができるため、取扱いおよび自動化が容易、さらに、泳動条件最適化のシミュレーションが容易となるため、目的、分析対象に応じた多様の対応とプログラム制御が可能となる。

【0033】(2) 泳動部のキャピラリー長を短縮できる上、電気制御系であるため装置をコンパクトにできる。このことは、分析系の温度制御を容易にして再現性の良い結果をもたらす、と同時にパームトップサイズの実環境計測やベッドサイドの臨床検査に適した計測器としての応用分野もある。

【0034】(3) 血清、脳脊髄液、DNAをはじめとする生体成分や医薬品、環境物質に含まれる各種イオンなどわずかな易動度差をもつ混合成分の分離を容易にし、泳動距離依存性の高い等速電気泳動分離モードにおいても、リーディングイオンとターミナルイオンには含まれた試料各成分の分離性能向上に貢献する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のキャピラリー電気泳動装置の基本構成図。

【図2】第1の実施例に基づくキャピラリー電気泳動装置における電気浸透流ポンプの断面図。

【図3】第1の実施例に基づく電気浸透流ポンプ結合キャピラリー電気泳動装置の構成図。

【図4】第1の実施例に基づく電気泳動パターンを示す図。

【図5】第1の実施例に基づく生体試料オンライン採取、オンライン分析の概念図。

【図6】第2の実施例に基づくキャピラリー電気泳動装置における電磁流ポンプの模式図。

【図7】第3の実施例に基づくキャピラリー電気泳動装置における圧電素子ポンプの断面図。

【図8】第4の実施例に基づくキャピラリー電気泳動装置におけるカソード部および補助電解セルの構成図。

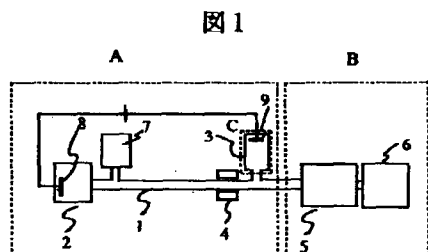
【図9】第5の実施例に基づくキャピラリー電気泳動部と質量分析計の複合化システムを示す図。

【図10】第6の実施例に基づく流量調節弁結合キャピラリー電気泳動装置の構成図。

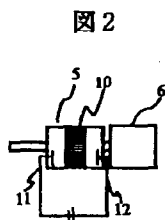
## 【符号の説明】

1…電気泳動分離用キャピラリー、2、3…電極液槽、4…検出器、5…送液ポンプ、6…液槽、7…オートサンプラー、8、9…電気泳動分離用電極、10…ポンプ用キャピラリー体、11、12…ポンプ駆動用電極、13…電磁コイル、14…プラスチック細管、15…圧電素子、16…ポンプ駆動ユニット、17…補助電解セル、18…電極兼隔離板、19…対極、20…補助検出器、21…電気泳動条件コントローラー、22…金属パイプ、23…噴霧補助溶液、24、25…排気系、26…質量分析部、27…マイクロダイアリス微小アプローブ、28…サンプリングコントローラー、29…フラクションコレクター、30…流量調節弁、31…流量調節弁コントローラ。

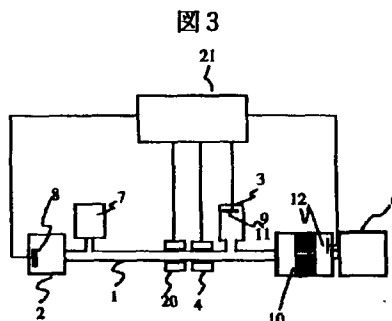
【図1】



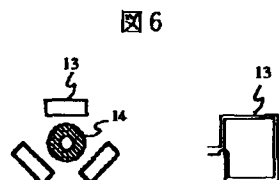
【図2】



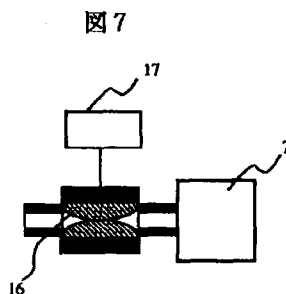
【図3】



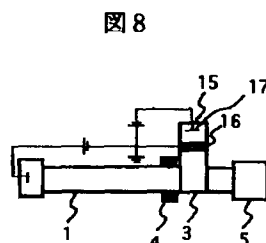
【図6】



【図7】



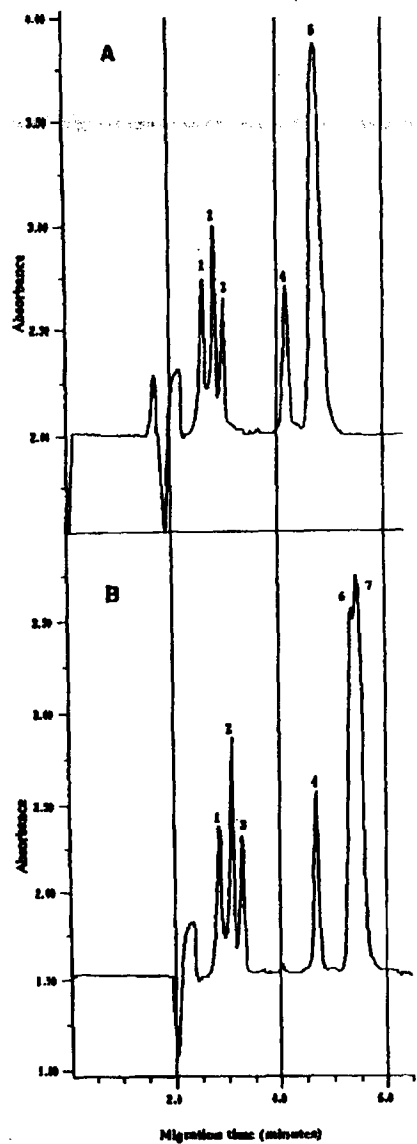
【図8】





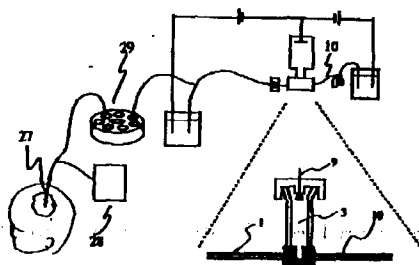
【図4】

図 4



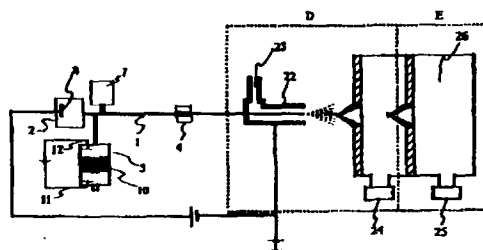
【図5】

図 5



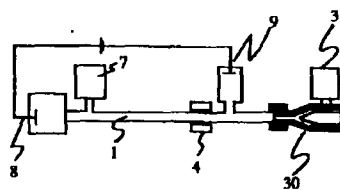
【図9】

図 9



【図10】

図 10



フロントページの続き

(72)発明者 高田 安章  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 奥村 昭彦  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内